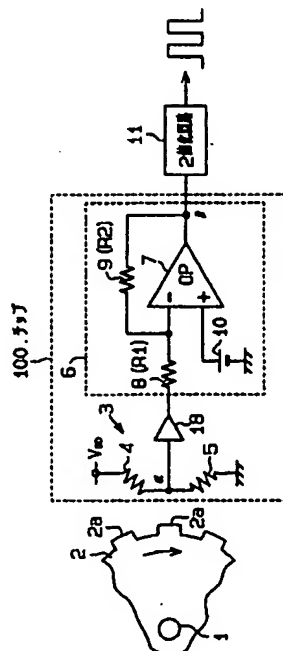


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日

(51)Int.Cl. ^o	識別記号	F I	
G 0 1 D 5/245		G 0 1 D 5/245	F
	1 0 2		1 0 2 E
G 0 1 P 3/42		G 0 1 P 3/42	H
3/488		3/488	D
G 0 1 R 33/09		H 0 1 L 27/22	
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願平10-337245	(71)出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成10年(1998)11月27日	(72)発明者	青山 正紀 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(31)優先権主張番号	特願平10-23601	(72)発明者	牧野 泰明 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(32)優先日	平10(1998)2月4日	(72)発明者	篠田 文司 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	弁理士 恩田 博宣



【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度特性を有する素子からの信号を入力するオペアンプと、

前記オペアンプにおける入力端子に配置されたゲイン決定用入力抵抗と、

前記オペアンプの出力端子から入力端子への帰還経路に配置されたゲイン決定用帰還抵抗と、を備えた増幅回路において、

前記ゲイン決定用入力抵抗およびゲイン決定用帰還抵抗は温度特性を有し、かつ、ゲイン決定用入力抵抗およびゲイン決定用帰還抵抗にて規定されるゲインの温度特性が前記素子の温度特性を相殺するものとしたことを特徴とする増幅回路。

【請求項2】 前記素子は、ロータの回転に伴う磁界の変化を電気信号に変換して取り出すための磁気検出素子である請求項1に記載の増幅回路。

【請求項3】 前記ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗の温度特性が異なる請求項1に記載の増幅回路。

【請求項4】 前記ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗の温度特性が共に正である請求項1に記載の増幅回路。

【請求項5】 前記ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗は不純物拡散抵抗により構成したものである請求項1に記載の増幅回路。

【請求項6】 前記オペアンプはMOS工程素子にて構成され、ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗は、Pウェル領域とP⁺領域により構成したものである請求項5に記載の増幅回路。

【請求項7】 前記ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗は半導体基板内において隣り合う素子である請求項6に記載の増幅回路。

【請求項8】 磁性材料からなり、運動方向において歯を多数有し、かつ、当該歯の間隔として少なくとも2種類以上有する移動部材と、

前記移動部材に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁界発生手段と、

前記移動部材と前記バイアス磁界発生手段との間に配置され、前記移動部材の移動に伴って変化する前記バイアス磁界の向きを検出する磁気抵抗素子と、

増幅率を決定する2種類の抵抗部材を有し、前記磁気抵抗素子からの出力信号を増幅する増幅回路と、増幅回路からの増幅された信号を所定のしきい値により2値化信号に変換する2値化手段と、を備え、

前記磁気抵抗素子は温度特性を有し、かつ前記抵抗部材は前記磁気抵抗素子の温度特性とは反対の温度特性を有し、これによって前記増幅回路からの増幅された信号を前記磁気抵抗素子の温度特性の影響が抑制されたものとした位置検出装置。

【請求項9】 磁性材料からなり、移動方向において等

間隔に同一の歯を多数有するとともに、等間隔に配置した歯とは異なる歯または歯の欠落部を有する移動部材と、

前記移動部材に向けてバイアス磁界を発生するバイアス磁界発生手段と、

前記移動部材と前記バイアス磁界発生手段との間に配置され、前記移動部材の移動に伴って変化する前記バイアス磁界の向きを検出する磁気抵抗素子と、

増幅率を決定する2種類の抵抗部材を有し、前記磁気抵抗素子からの出力信号を増幅する増幅回路と、

増幅回路からの増幅された信号を所定のしきい値により2値化信号に変換する2値化手段と、を備え、

前記磁気抵抗素子は温度特性を有し、かつ前記抵抗部材は前記磁気抵抗素子の温度特性とは反対の温度特性を有し、これによって前記増幅回路からの増幅された信号を前記磁気抵抗素子の温度特性の影響が抑制されたものとした位置検出装置。

【請求項10】 前記バイアス磁界の向きを検出する際の前記増幅回路からの増幅後の信号レベルが、当該位置検出装置の使用温度範囲内において所定レベル以下とならないように、前記抵抗部材の温度特性が設定されている請求項8または9に記載の位置検出装置。

【請求項11】 前記移動部材は回転部材であり、移動部材の外周部に歯を形成した請求項8～10のいずれか1項に記載の位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、素子からの信号を増幅する増幅回路に関し、例えば、磁気抵抗素子やホール素子等の磁気検出素子を用い、同素子からの微小信号を取り扱う波形処理回路を具備した磁気回転検出装置に適用すると好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、自動車エンジン用回転数（回転角）センサとして、磁気抵抗素子（MRE）を用いたものがある。これは、回転軸に固定したギヤに対向して磁気抵抗素子を配置し、ギヤの回転に伴う磁界の向きの変化を電気信号に変換して取り出すものである。また、後段の波形処理回路において、ギヤの歯に合わせたsin波または方形波またはsin³θ状の微小信号を一定倍増幅し、しきい値と比較することにより、ギヤの回転角に見合った2値化信号（パルス）が得られる。

【0003】また、この種の磁気回転検出装置において、特開平2-38920号公報や特開平5-71980号公報等に開示されているように、磁気抵抗素子は温度が変化した場合に出力値が変化してしまうので、温度補償機能を持たせるようにしている。より具体的には、増幅回路を構成するオペアンプにおけるゲイン決定用抵抗として温度特性を有する抵抗を用いるものである。

【0004】ところが、この手法を用いることにより、

ある程度温度補償されるが十分でなく、温度補償をより完全な形で行う技術の開発が望まれている。つまり、磁気抵抗素子の出力信号が温度特性（高温時に減少）を持っているために、一定倍増幅された信号は、高温時に信号振幅が減少してしまう。このため、 S/N 比が低下してセンサ出力パルスの角度精度が悪化してしまう。即ち、温度が上昇すると、 S/N 比における N 成分である回路誤差が一定であるが、 S/N 比における S 成分である磁気抵抗素子の出力信号が低下するので、 S/N 比が低下し精度悪化を招く。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで、この発明の目的は、温度が変化しても出力をほぼ一定に維持することができる増幅回路及びそれを用いた位置検出装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の増幅回路は、ゲイン決定用入力抵抗およびゲイン決定用帰還抵抗は温度特性を有し、かつ、ゲイン決定用入力抵抗およびゲイン決定用帰還抵抗にて規定されるゲインの温度特性が素子の温度特性を相殺するものとしたことを特徴としている。

【0007】よって、ゲイン決定用入力抵抗およびゲイン決定用帰還抵抗にて規定されるゲインの温度特性が素子の温度特性を相殺するので、増幅後の信号は温度が変化してもほぼ一定に維持することができる。

【0008】ここで、請求項2に記載のように、前記素子を、ロータの回転に伴う磁界の変化を電気信号に変換して取り出すための磁気検出素子とすると、磁気回転検出装置として好ましいものとなる。

【0009】また、請求項3に記載のように、ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗の温度特性が異なるものとしたり、請求項4に記載のように、ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗の温度特性が共に正であるものを使用すると、好ましいものとなる。

【0010】さらに、請求項5に記載のように、ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗は不純物拡散抵抗、より具体的には、請求項6のようにオペアンプをMOS工程素子にて構成した場合におけるPウェル領域とP⁺領域により構成すると、好ましいものとなる。

【0011】また、請求項7に記載のように、前記ゲイン決定用入力抵抗とゲイン決定用帰還抵抗とを、半導体基板内において隣り合う素子とすると、好ましいものとなる。

【0012】また、請求項8、9、10に記載の位置検出装置においては、バイアス磁界の振れ角が小さくなり出力信号が小さくなろうとするが、磁気抵抗素子の温度特性とは反対の温度特性を有する抵抗部材によって増幅することにより、増幅回路からの増幅後の信号レベルの低下を防ぐことができ、次の2値化処理においても2値

化信号のエッジのシフトを抑制することができ、高精度な2値化出力が得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、この発明を具体化した第1の実施の形態を図面に従って説明する。

【0014】本実施の形態においては、磁気回転センサおよびそのセンサ信号の波形処理回路を具備した磁気回転検出装置に具体化している。より詳しくは、磁気回転検出装置はエンジンの回転位置検出のための装置である。図1には、磁気回転検出装置の回路図を示す。

【0015】図1に示すように、シャフト1はエンジンの駆動（回転）に伴い1/2の回転速度で回転する。シャフト1にはギヤ2が固定され、ギヤ2は磁性材料よりなり、外周面に多数の歯2aが形成されている。磁気回転センサ（回転角センサ）3はギヤ2に対向配置された一対の磁気抵抗素子（以下、MREという）4、5を有している。磁気検出素子としてのMRE4、5は、5ボルトの電源VDDに対し直列に接続され、可変分圧回路（ブリッジ）を構成している。そして、MRE4、5は、ロータであるギヤ2の回転に伴う磁界方向の変化に応じて抵抗値が変化する。これにより、MRE4、5の中点（ブリッジの中点）αにおいてギヤ2の回転に伴う磁界方向の変化が電気信号に変換されて取り出される。

【0016】図1のMRE4、5の中点αには、反転増幅回路6が接続されている。反転増幅回路6はオペアンプ7とゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9と定電圧回路10とからなる。つまり、MRE4、5の中点αはゲイン決定用入力抵抗8を介してオペアンプ7の反転入力端子に接続され、オペアンプ7の非反転入力端子には定電圧回路10が接続されている。さらに、オペアンプ7の出力端子はゲイン決定用帰還抵抗9を介して負帰還がかけられている。つまり、オペアンプ7の出力端子から反転入力端子への帰還経路にゲイン決定用帰還抵抗9が配置されている。なお、図1中の符号18は、MRE4、5の中点αからの出力をインピーダンス変換するバッファ回路である。

【0017】この増幅回路6においてMRE4、5の中点αでの電圧変化（センサ信号）が増幅される。増幅回路6の信号増幅率（ゲイン）は、ゲイン決定用入力抵抗8の抵抗値R1とゲイン決定用帰還抵抗9の抵抗値R2とにより、 $-R2/R1$ にて規定される。

【0018】オペアンプ7の出力端子は2値化回路11に接続されている。本実施形態においては2値化回路11として、図2に示すようにコンパレータ12を用い、コンパレータ12の一方の入力端子に前述のセンサ信号が入力されるとともに他方の入力端子には定電圧回路17が接続されている。よって、2値化回路11において交流波形の信号としきい値レベル（所定電位）とが比較され、大小関係にて2値化された信号（パルス信号）に

変換される。

【0019】ここで、図1におけるMRE4、5とオペアンプ7とゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9とはチップ100に形成され、ワンチップ化されている。図3には、このワンチップ化されたチップの断面図を示す。

【0020】図3において、シリコンチップにはMRE形成領域13とオペアンプ形成領域14とPウェル抵抗形成領域15とP⁺抵抗形成領域16を有する。つまり、MRE形成領域13において図1のMRE4、5が形成され、オペアンプ形成領域14において図1のオペアンプ7が形成され、Pウェル抵抗形成領域15に図1のゲイン決定用帰還抵抗9が形成され、P⁺抵抗形成領域16に図1のゲイン決定用入力抵抗8が形成されている。

【0021】以下、図3を詳細に説明する。MRE形成領域13において、N型シリコン基板20の上にはLOCOS酸化膜21が形成され、LOCOS酸化膜21の上にMREとしてのNi-Co合金薄膜22が形成されている。Ni-Co合金薄膜22の上にはシリコン酸化膜23が形成され、Ni-Co合金薄膜22はコンタクトホール24a、24bにてアルミ配線材25a、25bと接続されている。

【0022】また、オペアンプ形成領域14において、N型シリコン基板20の表層部にはPウェル領域26が形成され、Pウェル領域26の上部にはLOCOS酸化膜21が無く薄いゲートシリコン酸化膜28が形成されている。このゲートシリコン酸化膜28の上にはポリシリコンゲート電極31が配置されている。ポリシリコンゲート電極31の両側でのPウェル領域26の表層部にはN型ソース領域29とN型ドレイン領域30が形成されている。ソース領域29とドレイン領域30はコンタクトホール32a、32bにてアルミ配線材33、34と接続されている。このようにしてNチャネルMOSトランジスタTr1が構成され、このNチャネルMOSトランジスタTr1および図示しない抵抗等により図1のオペアンプ7が構成されている。つまり、オペアンプ7はMOS工程素子にて構成され、図1の増幅回路6はMOS演算増幅器となっている。

【0023】さらに、図3のPウェル抵抗形成領域15において、N型シリコン基板20の表層部にはPウェル領域35が形成され、Pウェル領域35の上部にはLOCOS酸化膜21が無くシリコン酸化膜37が形成されている。Pウェル領域35はコンタクトホール38a、38bにてアルミ配線材39、40と接続されている。アルミ配線材39と40との間におけるPウェル領域35が抵抗成分となる。このようにして図1のゲイン決定用帰還抵抗9がPウェル領域35よりなる抵抗として形成されている。

【0024】図3のP⁺抵抗形成領域16において、N

型シリコン基板20の表層部にはP⁺領域41が形成され、P⁺領域41の上部にはLOCOS酸化膜21が無くシリコン酸化膜42が形成されている。P⁺領域41はコンタクトホール43a、43bにてアルミ配線材44、45と接続されている。アルミ配線材44と45との間におけるP⁺領域41が抵抗成分となる。このようにして図1のゲイン決定用入力抵抗8がP⁺領域41よりなる抵抗として形成されている。

【0025】このようにオペアンプ7、ゲイン決定用帰還抵抗9、ゲイン決定用入力抵抗8は、MOS工程の素子より構成されている。このように帰還抵抗9と入力抵抗8をMOSトランジスタのPウェル領域とP⁺領域により形成しているため、形成工程が複雑化することはない。また、帰還抵抗9と入力抵抗8とが半導体基板20内に形成され、かつ、隣り合う位置に形成されているため、基板を伝搬するノイズが2つの抵抗の関係によりキャンセルされる。また、2つの抵抗の素子間の温度差がないため設計どおりの特性が得られる。

【0026】なお、LOCOS酸化膜21の下層のN⁻層はチャネルストップである。また、このN⁻層はなくてもよい。次に、このように構成した磁気回転検出装置の作用について説明する。

【0027】エンジンの駆動に伴い図1のギヤ2が回転する。すると、MRE4、5は、ギヤ2の回転に伴う磁界方向の変化に応じて抵抗値を変化させる。これにより、MRE4、5の中心αの電圧が図4に示すように変化し、交流波形を有する回転角センサ信号として出力される。

【0028】回転角センサ信号は反転増幅回路6において増幅される。反転増幅回路6の出力波形（オペアンプ7の出力端子βでの信号波形）は、図4に示すようにセンサ出力に対し所定の倍率（ $-R2/R1$ ）だけ増幅されたものとなる。

【0029】そして、反転増幅回路6の出力信号は2値化回路11に入力され、図2のコンパレータ12において図4に示すように増幅後のセンサ信号と所定電位L1（しきい値）とが比較され、交流センサ信号が2値化された信号として出力される。この2値化された信号がカウンタ（図示略）によりカウントされ、エンジンの回転位置検出が行われる。

【0030】ここで、増幅回路6においてゲイン決定用入力抵抗8およびゲイン決定用帰還抵抗9は温度特性を有し、かつ、ゲイン決定用入力抵抗8およびゲイン決定用帰還抵抗9にて規定されるゲイン（ $-R2/R1$ ）の温度特性がMRE4、5の温度特性を相殺する。

【0031】以下、この相殺効果について詳しく述べる。図5には、MRE4、5の抵抗変化率（感度）の温度特性の測定結果を示す。つまり、図5において、横軸には温度をとり、縦軸には室温比をとっている。ここで、室温比とは、室温27℃での出力信号における振幅

W1 (図4参照)に対する各温度での出力信号における振幅W1'の比W1'/W1である。この図5から、Ni-C合金薄膜よりなるMRE4, 5は、抵抗変化率の温度特性が負の特性、具体的には約-4300ppm/°Cを有する。

【0032】図6には、ゲイン決定用入力抵抗8の温度特性の測定結果を示す。図6において、横軸には温度をとり、縦軸には室温比をとっている。ここで、室温比とは、一定の振幅を有する交流信号を増幅回路6に入れるようにし、かつ、ゲイン決定用帰還抵抗9を温度特性が無いものとし、室温27°Cでの出力信号における振幅W2 (図4参照)に対する各温度での出力信号における振幅W2'の比W2'/W2である。この図6から、ゲイン決定用入力抵抗8はMOS工程にて作製されるP⁺抵抗で構成され、抵抗値の温度特性は、約+1120ppm/°Cである。よって、ゲイン決定用入力抵抗8の抵抗値R1は、

$$R1 = R1(27^{\circ}\text{C}) \times \{1 + 1120 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} \times (T - 27)\}$$

と表される。ただし、R1(27°C)は27°C時のR1の抵抗値。

【0033】図7には、ゲイン決定用帰還抵抗9の温度特性の測定結果を示す。図7において、横軸には温度をとり、縦軸には室温比をとっている。ここで、室温比とは、一定の振幅を有する交流信号を増幅回路6に入れるようにし、かつ、ゲイン決定用入力抵抗8を温度特性が無いものとし、室温27°Cでの出力信号における振幅W2 (図4参照)に対する各温度での出力信号における振幅W2'の比W2'/W2である。この図7から、ゲイン決定用帰還抵抗9はMOS工程にて作製されるPウェル抵抗で構成され、抵抗値の温度特性は、約+5400ppm/°Cである。よって、ゲイン決定用帰還抵抗9の抵抗値R2は、

$$R2 = R2(27^{\circ}\text{C}) \times \{1 + 5400 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} \times (T - 27)\}$$

と表される。ただし、R2(27°C)は27°C時のR2の抵抗値。

【0034】このように、ゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9の温度特性が異なり、かつ、両抵抗8, 9の温度特性が共に正である。図8には、温度特性の異なる二種類の不純物拡散抵抗8, 9にて構成した増幅回路6におけるゲインの温度特性の測定結果を示す。この図8において○にて計算によるゲインの温度特性を併記している。つまり、ゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9を用いた増幅回路6のゲインの温度特性は計算上、次のように表せる。

$$\begin{aligned} \text{ゲイン} &= -R2/R1 \\ &= -R2(27^{\circ}\text{C}) \times \{1 + 5400 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} \times (T - 27)\} / R1(27^{\circ}\text{C}) \times \{1 + 1120 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C} \times (T - 27)\} \end{aligned}$$

図9には、増幅後の出力振幅の温度特性の測定結果を示す。

【0035】そして、ゲイン決定用入力抵抗8およびゲイン決定用帰還抵抗9として温度に対し不感なものを用い温度特性補償機能がない場合においては、雰囲気温度が-40°Cから150°Cの範囲で変化した際には、図5に示すように、-40°Cでの室温比が1.3であり、150°Cでの室温比が0.55であり、1-(0.55/1.3)≒55%となり、振幅が55%減となる。これに対し、本例においては、-40°Cから150°Cの範囲で温度が変化した場合において、図9に示すように、最も小さな室温比が約0.9であり、1-0.9=10%となり、約10%減に抑えられる。

【0036】よって、2値化回路11の出力信号(2値化出力)は、温度に依らず(温度が変化しても)安定した精度が得られる。このように本実施形態は、下記の特徴を有する。

(イ) オペアンプ7とゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9とを具備した増幅回路6において、ゲイン決定用入力抵抗8およびゲイン決定用帰還抵抗9は温度特性を有し、かつ、ゲイン決定用入力抵抗8およびゲイン決定用帰還抵抗9にて規定されるゲイン(-R2/R1)の温度特性がMRE4, 5の温度特性を相殺するものとした。よって、温度が変化しても増幅回路6の出力をほぼ一定に維持することができ、安定した2値化出力が得られる。また、不純物拡散抵抗8, 9の不純物濃度の調整やイオン種を選択して使用することにより任意の温度特性を有するものとすることができる。

(ロ) ゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9の温度特性が異なるものとし、その温度特性が共に正であるものとした。さらに、オペアンプ7はMOS工程素子にて構成され、ゲイン決定用入力抵抗8とゲイン決定用帰還抵抗9は、Pウェル領域26とP⁺領域41により構成したものとした。このようにすると、両抵抗8, 9はMOS工程にて製造され、信頼性の向上およびコストダウンを図ることができ、実用上好ましいものとなる。

【0037】第1の実施の形態の応用例を、以下に説明する。上述した例では、磁気検出素子として、Ni-C合金薄膜よりなるMRE4, 5を用い、その温度特性の温度補償を行う場合を挙げたが、その他の磁気検出素子(例えばホール素子)を用いて感度の温度特性を補償する場合に適用してもよい。

【0038】また、図10に示すように、抵抗9として複数種の温度特性を持った抵抗9a, 9bを直列に接続したものとしたり、図11に示すように、抵抗9として複数種の温度特性を持った抵抗9a, 9bを並列に接続したものとしてもよい。この場合、抵抗9a, 9bのうちの一方を固定抵抗とし、他方をトリミング抵抗とすることにより、温度補償値を微調整することができる。

【0039】さらに、ゲイン決定用抵抗8、9は、不純物拡散層としたが、ポリシリコンにて構成してもよい。さらには、ゲイン決定用抵抗8、9は、半導体工程のものに限らず温度特性を有するものであればよい。具体的には、外付けの抵抗（例えばサーミスタチップ）を用いる。

【0040】また、図4のように2値化回路として1つのしきい値L1を有するものではなく、図12に示すように、最大しきい値レベルLmaxと最小しきい値レベルLminを具備したものとし、最小しきい値レベルLminを越えたときHレベルとし、最大しきい値レベルLmaxより下がったときLレベルとなるようにしてもよい。この場合において、従来技術ではMRE出力信号の低下により、波形処理可能な許容限界を下まわり（Lmax～Lminの範囲内の信号波形となってしまう）、2値化信号が得られなくなることも考えられるが、本例においては所望のしきい値レベル範囲（Lmax～Lmin）をクロスする大きさの信号まで確実に増幅することができ、2値化信号が得られないといったことが回避される。

【0041】さらに、これまでの説明においては磁気回転検出装置に適用した場合について述べたが、ピエゾゲージ式半導体圧力センサにおけるピエゾ抵抗素子からの印加圧力に応じた電気信号を増幅する場合に適用することも可能である。

（第2の実施の形態）次に、第2の実施の形態を、第1の実施の形態の形態との相違点を中心に説明する。

【0042】図13には本実施の形態における磁気回転検出装置を示す。図14には、磁気回転検出装置の位置関係および電気的構成を示す。図15にはギヤの歯の展開図、波形図等を示す。

【0043】図13において、シャフト1はエンジンの駆動（回転）に伴い1/2の回転速度で回転する。シャフト1にはギヤ2が固定され、ギヤ2は磁性材料よりなり、外周面（外周部）に多数の歯50が形成されている。ここで、歯50はシャフト1を中心にして90°毎に4種類の歯51、52、53、54からなり、各歯51、52、53、54は歯の間隔（ピッチ）が異なっている。つまり、歯51を有する第1領域Z1では歯の間隔P1が最も狭く、歯52を有する第2領域Z2での歯の間隔P2、歯53を有する第3領域Z3での歯の間隔P3、歯54を有する第4領域Z4での歯の間隔P4の順に広がっている（ $P1 < P2 < P3 < P4$ ）。このように、移動部材としてのギヤ2（回転部材）は、運動方向である回転方向において歯50を多数有し、かつ歯の間隔として少なくとも2種類以上有するものとなっている。

【0044】また、バイアス磁界発生手段としてのバイアス磁石55が備えられ、ギヤ2に向けてバイアス磁界を発生する。ギヤ2とバイアス磁石55との間にはMRE（磁気抵抗素子）4、5が配置され、ギヤ2の回転に

伴って変化するバイアス磁界の向きを検出する。

【0045】一方、図14に示すように、増幅回路6は、図1に示した如くオペアンプ7と増幅率を決定する2種類の抵抗部材としてのゲイン決定用入力抵抗8及びゲイン決定用帰還抵抗9を有し、MRE4、5からの出力信号を増幅する。図14の2値化回路（2値化手段）11は増幅回路6からの増幅された信号を所定のしきい値により2値化信号に変換する。つまり、sin波状のセンサ出力信号（オペアンプ7にて増幅後の信号）を所定のしきい値により2値化して2値化信号を得る。

【0046】ここで、MRE4、5は温度特性を有し、かつ増幅回路6の抵抗8、9はMRE4、5の温度特性とは反対の温度特性を有し、これによって増幅回路6からの増幅された信号をMRE4、5の温度特性の影響が抑制されたものにする。詳しくは、図15に示すように、バイアス磁界の向きを検出する際の増幅回路6からの増幅後の信号レベルが、当該検出装置の使用温度範囲内において所定レベル以下とならないように、増幅回路6の抵抗8、9の温度特性が設定されている。より詳しくは、図15において、ギヤの歯51に対応する増幅後の出力レベルが他の歯52～54に対応する増幅後の出力レベルに比べ小さくなるが、歯51に対応する増幅後の出力レベルがしきい値とクロスするレベルを保持するように増幅回路6の抵抗8、9の温度特性が設定されている。

【0047】以下、第1の実施形態との対比を行いつつ説明を加える。図1に示すMREを用いた回転検出装置においては、ギヤ2の回転をMRE4、5に印加するバイアス磁界の方向の変位をMRE出力変化として捕らえることで検出するものである。MRE4、5はバイアス磁界の方向の変化が大きければ出力の変化も大きくなるという特性を備えている。従って、回転するギヤ2の歯2aの間隔（ピッチ）によりバイアス磁界の方向の変化（バイアス磁界の振れ角）が左右されるため、歯2aのピッチは大きく取ることが望ましい。

【0048】しかしながら、用途によってはギヤ2の歯2aのピッチが小さくなるような場合もあり得るものであり、その場合、バイアス磁界の振れ角が大きくなり、特に、図13に示すように、歯50のピッチが複数種類存在する場合には、図15に示すように、狭いピッチP1と広いピッチP4とが存在し、この場合、バイアス磁界の振れ角 θ が異なり、増幅後のセンサ出力もその振幅が図中d1、d2で示すように振れ角 θ の小さなd1値の方が振れ角 θ の大きなd2値よりも小さくなる。詳しくは、ピッチの広い歯54に対応する増幅後のセンサ出力の振幅を「100」とすると、ピッチの狭い歯51に対応する増幅後のセンサ出力の振幅は、例えば「60」程度となる（ $d1 = 0.6 \cdot d2$ ）。

【0049】このような状態で2値化回路11において、所定のしきい値でもってセンサ出力を2値化し2値

化出力を得る場合に問題となるのが2値化出力の立ち上がり・立ち下がりエッジの位置精度である。

【0050】即ち、図16に示すように、sin波状のセンサ出力信号（オペアンプ7にて増幅後の信号）を所定のしきい値により2値化信号を得るときにおいて、設計時のしきい値（真のしきい値）に対して製造バラツキ等により実際のしきい値が真のしきい値に対して、例えば所定の電位差 ΔV （単位：ミリボルト）だけズレる場合がある。このしきい値のシフトによって真のしきい値により2値化する場合に対してエッジの立ち上がり・立ち下がり位置がシフトする。

【0051】図16（a）に示すように、センサ出力が大きい場合には出力信号の傾きが急峻なため、2値化後の信号（パルス信号）でのエッジ位置のシフト量は小さい。しかし、図16（b）に示すように、センサ出力が小さい場合には出力信号の傾きがなだらかになり、しきい値のシフト量 ΔV が図16（a）の場合と同じであってもエッジシフト量は大きくなる。

$$R = (r_5 + \Delta r) / \{ (r_4 - \Delta r) + (r_5 + \Delta r) \} \\ = (r_5 + \Delta r) / (r_5 + r_5)$$

となる。 Δr 値は接続中点 α からの出力電圧の変化成分に相当するが、この Δr 値はMRE4、5の温度により変化してしまう（温度係数に依存する）。そこで、オペアンプ7のゲインをMRE4、5の温度係数とは逆の温度係数とすることにより、センサ出力となるオペアンプ7の出力 β の値を温度に依らずば一定とすることができる。

【0055】このような回転検出装置は、例えば車両等のエンジンのカム角あるいはクランク角センサのように、点火タイミングを決定するような非常に高いエッジ位置精度が要求される場合に有効である。

【0056】尚、オペアンプ7のゲインを予め大きく設定することにより、温度特性の影響を少なくすることも可能であるが、本実施形態においては増幅率の上限が規定されており、所定値までしかゲインを大きくできない。従って、このような条件のセンサ回路に本実施形態の温度特性キャンセル機能は有効と言える。

【0057】以上のように、検出対象の回転部材であるギヤ2の歯50の間隔（ピッチ）が複数存在するような場合、狭ピッチの歯のエッジの通過に伴うバイアス磁界の振れ角が小さくなり出力信号が小さくならうとするが、MRE4、5の温度特性とは反対の温度特性を有する抵抗8、9によって増幅することにより、増幅回路6からの増幅後の信号レベルの低下を防ぐことができ、次の2値化処理においても2値化信号のエッジのシフトを抑制することができ、高精度な2値化出力が得られることとなる。

【0058】本実施形態の応用例を以下に説明する。ギヤ2は回転方向において歯を多数有し、かつ、当該歯の間隔として少なくとも2種類以上有するものとしたが、

*【0052】このような状態で、更にMRE4、5の負の温度特性にて高温時に出力が所定値以下に低下すると、更にエッジシフト量が増大することになり、エッジシフト量の実使用における許容範囲を越えてしまう可能性がある。

【0053】従って、上述の第1の実施形態に示したように、増幅回路6でのオペアンプ7のゲインにてMRE4、5の出力の温度変化を相殺することにより、オペアンプ7からの出力信号のレベルが所定値よりも低下しないようになり、これによってエッジシフト量が温度によって増大することが防止できる。

【0054】温度変化を相殺するための抵抗値の設定値に関して、より詳しくは、図14に示すMRE4、5の配置によると、バイアス磁界に対する抵抗値変化が逆位相となる。ここで、MRE4、5における磁気抵抗変化成分を Δr とし、それぞれのMRE4、5の基本抵抗成分をそれぞれ r_4 、 r_5 とすると、MRE4、5の接続中点 α における分圧抵抗値 R は、

他にも、図17に示すように、回転方向において等間隔に同一の歯60を多数有するとともに、等間隔に配置した歯60とは異なる歯61を有するものとして、図18に示すように、歯の欠落部62を有するものとしてもよい。このような場合にも、増幅後の出力波形として歯61を通過する際や歯の欠落部62を通過する際には振幅が大きくなり、増幅後の出力信号に対する2値化処理の際に図16を用いて説明したような出力が大きい波形と小さい波形が混在することとなるが、この場合においても高精度に2値化することができる。

【0059】また、本実施の形態においては、磁気回転検出装置として説明したが、リニアセンサに具体化してもよい。つまり、回転運動ではなく線方向へ運動（往復運動を含む）する場合においてその位置を検出する場合にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態における磁気回転検出装置の回路図。

【図2】 2値化回路の構成図。

【図3】 チップの断面図。

【図4】 信号波形を示す図。

【図5】 温度特性の実測結果を示す図。

【図6】 温度特性の実測結果を示す図。

【図7】 温度特性の実測結果を示す図。

【図8】 温度特性の実測結果を示す図。

【図9】 温度特性の実測結果を示す図。

【図10】 別例の磁気回転検出装置の回路図。

【図11】 別例の磁気回転検出装置の回路図。

【図12】 別例の信号波形を示す図。

【図13】 第2の実施の形態における磁気回転検出装

置を示す図。

【図14】 磁気回転検出装置の位置関係および電気的構成を示す図。

【図15】 ギヤの歯の展開図、波形図等を示す図。

【図16】 波形図。

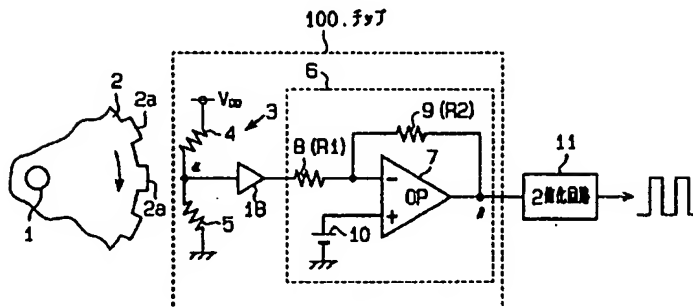
【図17】 別例の磁気回転検出装置を示す図。

【図18】 別例の磁気回転検出装置を示す図。

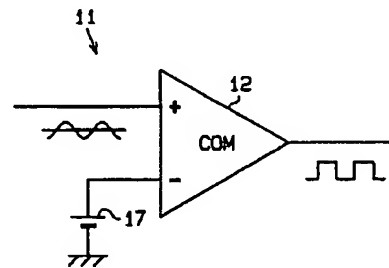
*【符号の説明】

1…シャフト、2…ギヤ、4…MRE、5…MRE、6…増幅回路、7…オペアンプ、8…ゲイン決定用入力抵抗、9…ゲイン決定用帰還抵抗、26…Pウェル領域、41…P'領域、50…歯、51…歯、52…歯、53…歯、54…歯、55…バイアス磁石、60…歯、61…歯、62…欠歯部。

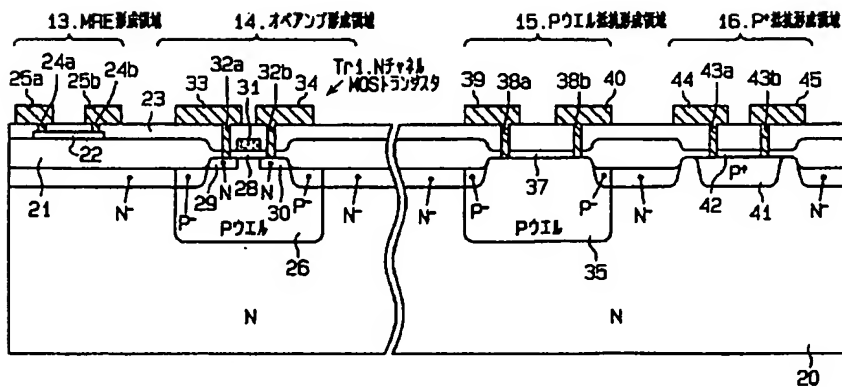
【図1】



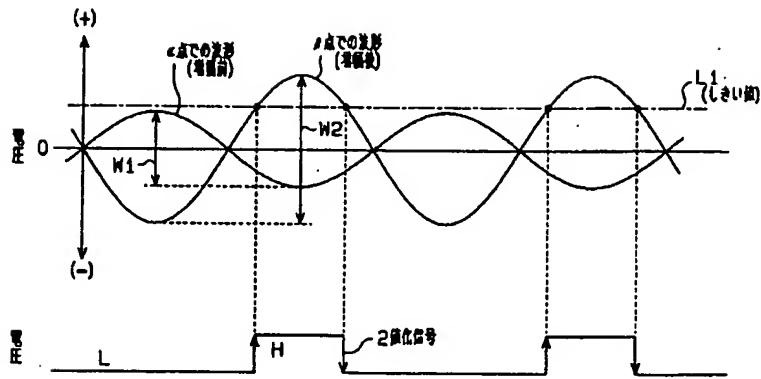
【図2】



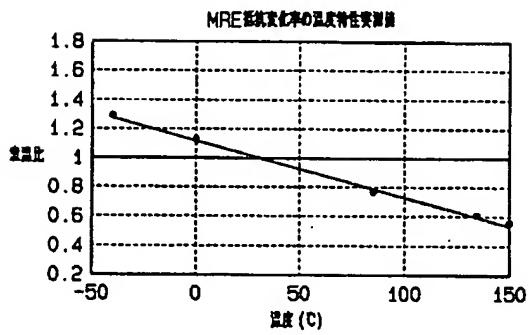
【図3】



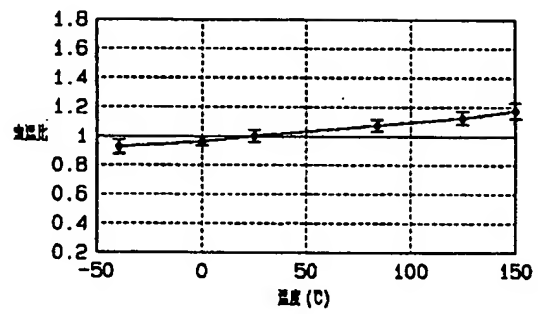
【図4】



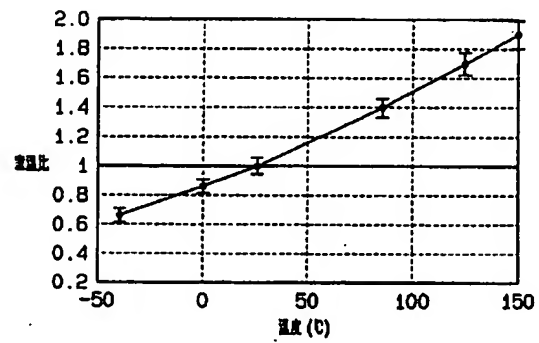
【図5】



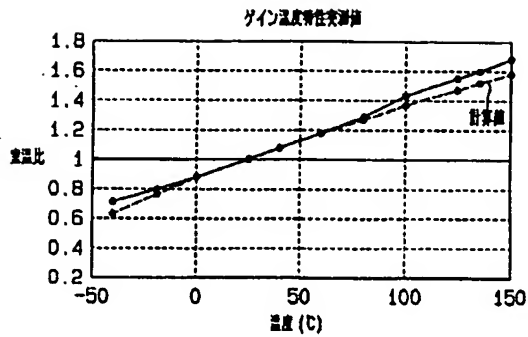
【図6】



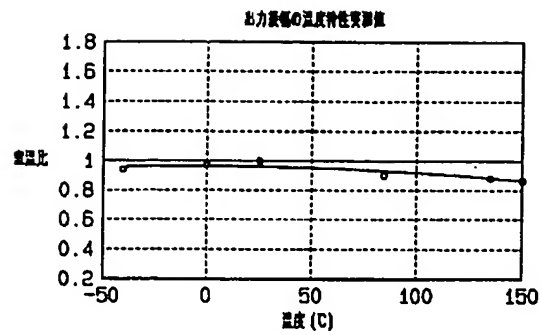
【図7】



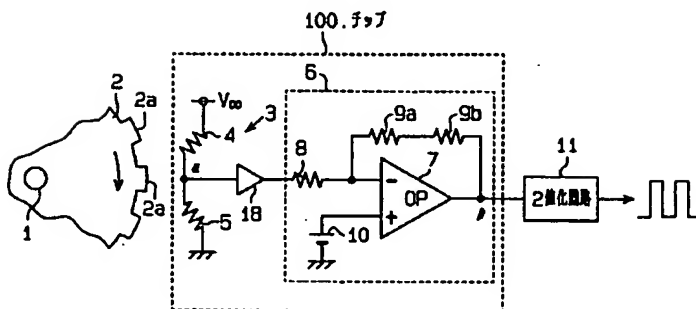
【図8】



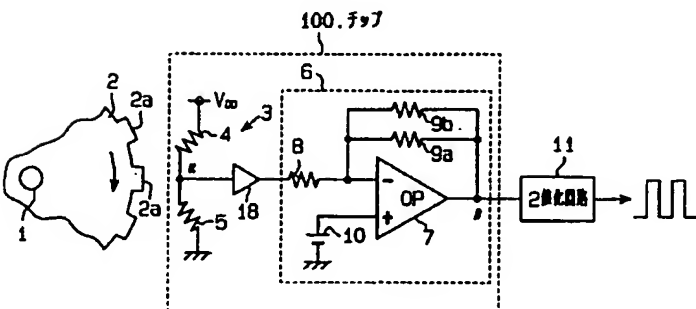
【図9】



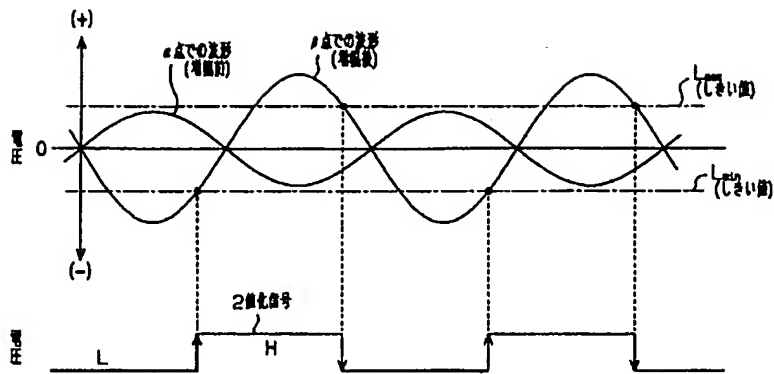
【図10】



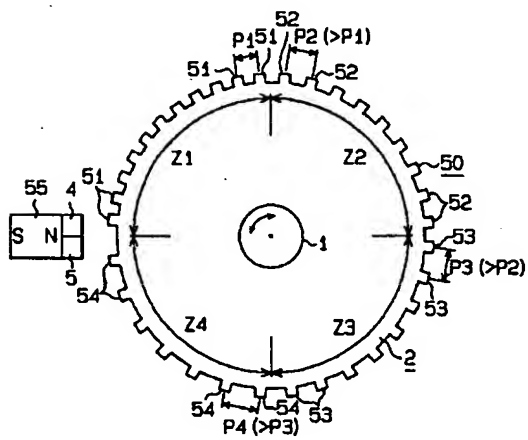
【図11】



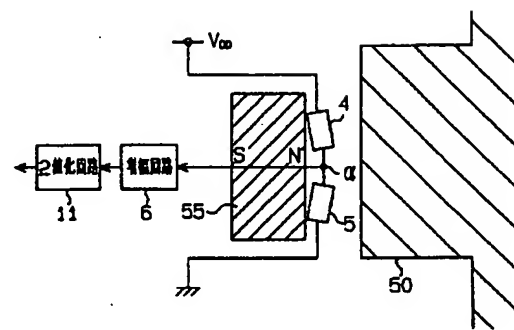
【図12】



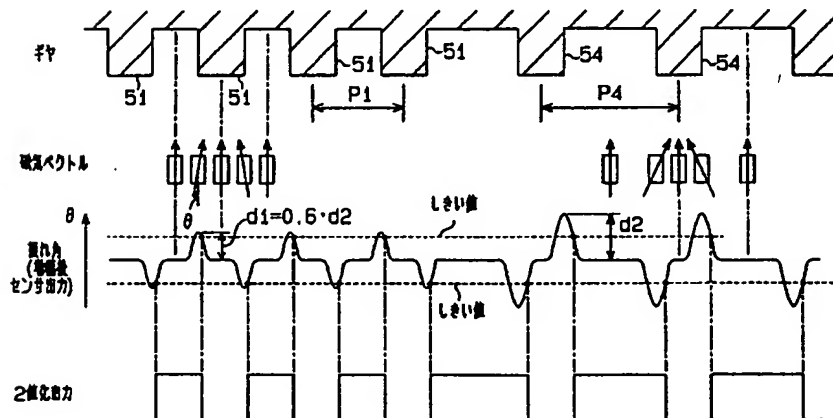
【図13】



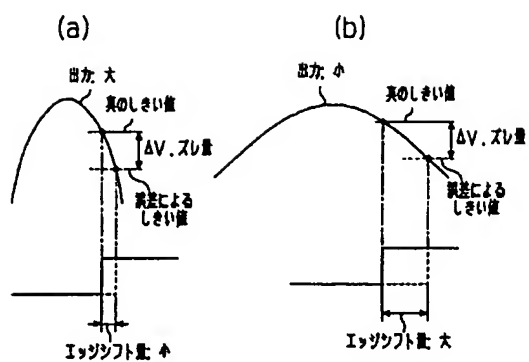
【図14】



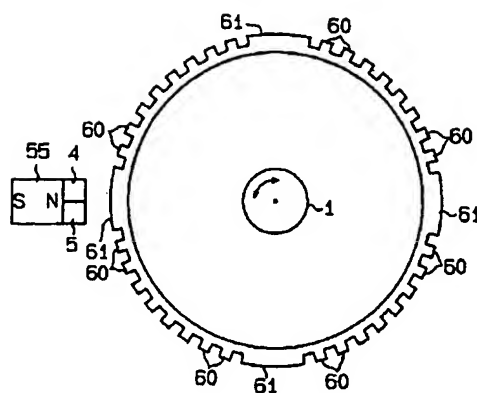
【図15】



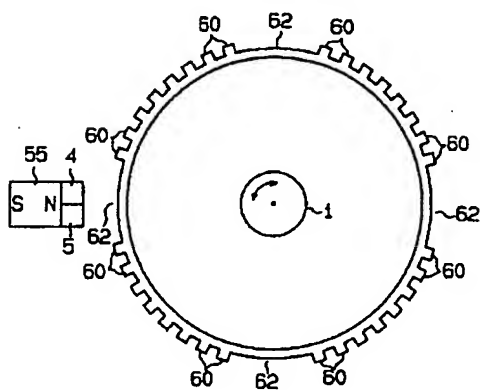
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁴

H01L 27/22

H03F 1/30

識別記号

F I

H03F 1/30

G01R 33/06

A

R